THESIS

MUNICH

1966

Untersuchungen über die Thermoresistenz von Mycobacterium Avium

Hans Finkbeiner

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF.

Aus dem Institut für Mikrobiologie und Infektionskrankheiten
der Tiere der Universität München
Vorstand: Professor Dr. A. Mayr

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE THERMORESISTENZ VON MYCOBACTERIUM AVIUM

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der veterinär-medizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

von
Hans Finkbeiner
aus München

München 1966

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Professor Dr. A. Mayr

Referent: Professor Dr. A. Mayr

Tag der Promotion: 28. Juli 1966

UNI-Druck, München 13, Amalienstraße 85

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. Einleitung	1
II. Literaturbesprechung	3
1. Laboratoriumsversuche	3
2. Überprüfung von Pasteurisierungsapparaten mit künstlich infizierter Milch	8
3. Handelsmilchkontrollen	10
III. Eigene Untersuchungen	14
1. Material	14
2. Methode	15
a) Zusammenstellung der gebräuchlichsten Untersuchungsarten	15
b) Angewandte Technik	17
3. Untersuchungsergebnisse	18
IV. Besprechung der Versuchsergebnisse	33
1. Einfluß der Erhitzungstemperatur	33
2. Einfluß des Suspensionsmediums	33
3. Verhalten der einzelnen aviären Stämme	33
4. Vergleich der untersuchten aviären mit humanen und bovinen Mykobakterien	35
V. Diskussion	36
VI. Zusammenfassung	39
VII. Literaturverzeichnis	40
Lebenslauf	46

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40154016_0160

I. EINLEITUNG

In den letzten Jahren gelang es, die Rindertuberkulose in Deutschland fast vollständig zu tilgen. Dieser Erfolg sollte dazu ermutigen, der Geflügeltuberkulose in gleichem Maße zu begegnen.

Die tuberkulöse Verseuchung unserer Hühnerbestände bildet einen Faktor, der nicht unterschätzt werden darf. Nassal (40, 42) berichtet, daß in Baden ca. 5 - 8% der Hühner mit Tuberkulose infiziert sind, wobei diese Erkrankung in beinahe jedem zweiten Bestand auftritt.

Unter den Infektionen der Rinderbestände mit Mykobakterien stellen solche mit aviärer Genese einen immer höheren Prozentsatz dar (42). Zwar handelt es sich vorwiegend nur um eine vorübergehende Sensibilisierung, doch stellte Nassal (42) immerhin bei 34, 4% solcher Fälle auch pathologisch-anatomische Veränderungen fest; bei 2 - 3% wurde sogar eine generalisierte Erkrankung beobachtet.

Die Anzahl der wegen Tuberkulose beanstandeten Schlachtschweine ist in den vergangenen Jahren, trotz Bekämpfung der Rindertuberkulose, nur unwesentlich zurückgegangen. Diese Tatsache macht eine Statistik des Münchener Schlachthofes deutlich, die in Tabelle 1 (S. 2) wiedergegeben ist.

Die geringe Beeinflussung der Schweinetuberkulose durch den Wegfall einer so großen Infektionsgefahr, wie sie unsere verseuchten Rinderbestände darstellten, läßt vermuten, daß sich die Schweine vorwiegend mit M. avium infizieren. Tatsächlich konnte auch an tuberkulösen Schlachtschweinen, mittels Typendifferenzierung, die dominierende Rolle dieses Erregers bestätigt werden (9, 42, 43, 58).

Die Ansteckung der Schweine dürfte also vorwiegend durch Kontakt mit an Tuberkulose erkrankten Hühnern erfolgen.

Denkbar wäre aber auch eine alimentäre Infektion mit Milch, die virulente Vertreter von M. avium enthält, vor allem dann, wenn dieser Keim eine erhöhte Hitzeresistenz aufweisen würde.

In der vorliegenden Arbeit soll deshalb die Thermoresistenz von M. avium im

Temperaturbereich der Kurzzeit-Pasteurisation überprüft und eventuelle Unterschiede zwischen einzelnen Stämmen ermittelt werden.

Tabelle 1

Schweine (inländische):

Jahreszahl	Anzahl der geschl. Schweine	Wegen Tuberk. beanstandet	%
1955	265597	4514	1, 7
1956	275242	4783	1, 7
1957	287021	6032	2, 1
1958	282831	6995	2, 5
1959	276607	6229	2, 2
1960	290587	5995	2, 1
1961 (1.1.-24.3.)	74584	1804	2, 4
(25.3.-31.12.)	214340	2751	1, 3
1962	284923	5174	1, 8
1963	288258	4808	1, 6
1964	298381	4176	1, 4

Rinder (inländische):

Jahreszahl	Anzahl der geschl. Rinder	Wegen Tuberk. beanstandet	%
1955	77041	33588	43, 6
1956	97239	41967	43, 2
1957	99103	33647	33, 9
1958	97128	41797	43, 0
1959	101274	38614	38, 1
1960	98709	26047	26, 4
1961 (1.1.-24.3.)	23679	6348	26, 8
(25.3.-31.12.)	56515	837	1, 5
1962	94195	438	0, 5
1963	95210	368	0, 4
1964	84411	247	0, 3

II. LITERATURBESPRECHUNG

Die Zahl der Veröffentlichungen, die sich mit der Thermoresistenz von Tuberkelbakterien befassen, ist so groß, daß es außerordentlich schwierig ist, alle Arbeiten aufzufinden und zu sichten. Die folgende Zusammenstellung kann daher keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Ohnehin erscheint es sinnvoller, sich auf eine Auswahl von Literaturstellen zu beschränken, dafür aber, soweit ersichtlich, näher auf die Untersuchungsmethoden der einzelnen Autoren einzugehen. Dies ist notwendig, da die Ergebnisse teilweise stark voneinander abweichen.

Um einen besseren Überblick zu gewinnen und um die Ergebnisse leichter vergleichen zu können, seien Laboratoriumsversuche, Überprüfungen von Pasteurisierungsapparaten mit künstlich infizierter Milch sowie Kontrollen von Handelsmilch getrennt besprochen.

1. Laboratoriumsversuche

Als einer der ersten im deutschsprachigen Raum unternahm Bang (2) Versuche, die sich mit der Hitzeresistenz von Tuberkelbakterien (T.B.) befaßten. Von ihm wurde das milchähnliche Sekret einer Kuh mit Eutertuberkulose in Reagenzgläser gefüllt, diese mit einem Thermometer versehen und in ein Wasserbad getaucht, bis die gewünschte Temperatur im Innern der Gläser erreicht war. Nach Abkühlung wurde der Inhalt der Reagenzgläser an Meerschweinchen verimpft (10 ccm i.p.). Tiere, die das auf 75, 80, 85 und 90° C erhitzte Sekret erhalten hatten, blieben gesund, während Kontrolltiere hochgradig an Tuberkulose erkrankten.

In einem ähnlichen Versuch zeigte sich, daß eine Erwärmung auf 60° C für die Dauer von 15 Minuten nicht imstande ist, T.B. sicher abzutöten. Auch ein Fütterungsversuch an einem Ferkel hatte das gleiche Ergebnis. 150 ccm der oben erwähnten Flüssigkeit waren zwar auf 60° C erwärmt worden, konnten aber, bei einmaliger Verfütterung, noch Tuberkulose hervorrufen.

Hesse (23) kommt etwa zu dem gleichen Ergebnis. Er verbrachte mit T.B.-Reinkultur infizierte Milch in Reagenzgläser, verschloß diese und erwärmte sie 20 Min. in Wasserbädern von 60, 58 und 57° C. Anschließend wurde der Inhalt eines jeden Glases an zwei Meerschweinchen verimpft (je 2 ccm i.p.). Beide Kontrolltiere zeigten generalisierte Tuberkulose. Auch die vier Meer-

schweinchen, die mit der auf 57 und 58° C erhitzten Milch infiziert worden waren, erkrankten, jedoch mit abgeschwächtem Krankheitsbild. Die auf 60° C erwärmte Milch konnte bei keinem der beiden Versuchstiere tuberkulöse Organveränderungen hervorrufen.

Forster (15, 16) hat tuberkulöses Material (Kavernen, Lymphknoten, T.B.-Kulturen) in physiol. Kochsalzlösung bzw. in Milch suspendiert und anschließend in verschlossenen Reagenzgläsern erhitzt. Mit dem so behandelten Material wurden Versuchstiere geimpft. Auf diese Weise ermittelte Forster folgende Temperatur - Zeit-Kombinationen zur Abtötung von T.B.:

55° C / 4 Std.	80° C / 5 Min.
60° C / 1 Std.	90° C / 2 Min.
65° C / 15 Min.	95° C / 1 Min.
70° C / 10 Min.	100° C / momentan.

Für 60° C verlangt Smith (54) eine Heißhaltezeit von 20 Min., wenn es gelingt, Häutchenbildung der Versuchsmilch zu verhindern. Wurde diese Bedingung nicht erfüllt, konnten noch nach 60 Minuten virulente T.B. festgestellt werden.

Marshall (33) erhitzte Milch von Kühen, die an Eutertuberkulose erkrankt waren, im Wasserbad auf 68° C während 20 Minuten. Die Milch verlor dabei ihre Ansteckungsfähigkeit.

Ayers und Johnson (1) empfehlen 62, 8° C/30 Min. zur Abtötung sämtlicher, in der Milch enthaltener Krankheitskeime.

Zu wesentlich ungünstigeren Ergebnissen kommt de Jong (25). Milch, die mit T.B.-Reinkulturen (5 mg/500 ccm) oder mit tuberkulösem Uterussekret künstlich infiziert worden war, wurde in Halbliterflaschen 30 Min. auf 72° C erhitzt (Vorwärmezeit mindestens 1/2 Std.). Mit Rahm-Bodensatz-Gemisch (RBG) dieser Milch geimpfte Meerschweinchen erkrankten dennoch an Tuberkulose.

Mit der gleichen Methode arbeitete auch van der Sluis (53). Bei natürlich infizierter Milch benötigte er 80° C/60 Min., um die Keime sicher abzutöten, für Milch, der 20 mg T.B.-Reinkultur pro 1400 ccm zugesetzt worden waren, genügten bereits 70° C/60 Min.

Mewes (35) erhitzte künstlich infizierte Milch in 60 ccm fassenden Serumampullen mittels Wasserbad und stellte bei 75°C/30 Min. durch Tierversuch noch Überleben der T.B. fest.

Auch Fynn (18) verwendete für die Mehrzahl seiner Versuche dünnwandige Ampullen (100 und 200 ccm), die er mit künstlich und natürlich infizierter Milch beschickte. Seine Untersuchungen fuhrte er im Temperaturbereich von 55 - 61°C durch, wobei die Heißhaltezeit 45 Minuten betrug. Es zeigte sich, daß diese Temperatur - Zeit-Kombination nicht ausreicht, um alle Keime zu vernichten. Bemerkenswert ist, daß fast durchweg nur eines von 20 infizierten Meerschweinchen erkrankte. Fynn betont deshalb die Notwendigkeit, eine größere Anzahl von Versuchstieren zu verwenden.

Delepine (10) berichtet über sog. verspätete Infektionen bei Meerschweinchen, die mit erhitzter t.b.-haltiger Milch (65°C/180 Min., 70°C/45 Min., 74°C/30 Min., 76°C/10 Min., 85°C/15 Min.) geimpft worden waren. Diese Versuchstiere erkrankten erst nach 11 Wochen, während Kontrolltiere schon nach 2 Wochen Symptome von Tuberkulose zeigten.

Basenau (3) erhitzte Milch in 1/2- und 1 Liter-Flaschen. Er ist der Ansicht, daß 70°C - 72°C/30 Min. unter diesen Umständen nicht genügen, die Milch sicher von T.B. frei zu machen. Erst 80°C/60 Min. hält er für ausreichend.

Auch Trautmann (56) hat Milch, die er mit humanen, bovinen und aviären T.B.-Stämmen versehen hatte, Temperaturen von 70 - 72°C während 30 Minuten ausgesetzt. Er konnte im Tierversuch kein Überleben der Keime feststellen. Allerdings führte er seine Versuche im Vakuum durch, so daß die Versuchsmilch zum Sieden kam.

Bongert und Hock (7) prüften die Zuverlässigkeit der Dauerpasteurisation. Als Untersuchungsmaterial verwendeten sie 1500 ccm entrahmte und abgekochte Milch, der sie 15 ccm gelbliche, flockige und stark t.b.-haltige Milch zusetzten. Diese Flüssigkeit wurde in Serumampullen (Fassungsvermögen 20 und 50 ccm) abgefüllt und im Wasserbad während 15, 20, 25 und 30 Min. auf 63 - 65°C erhitzt. Nach Zentrifugieren wurden 16 Meerschweinchen mit Sediment geimpft (1, 5 - 5 ccm/Tier), davon erkrankten 8 an Tuberkulose.

In einer anderen Arbeit fordert Bongert die Verimpfung von 250 - 300 ccm Milch an ein Versuchstier. Außerdem wird von ihm in diesem Zusammenhang Dauer- und Kurzzeitpasteurisation abgelehnt und für die Hocherhitzung eine Heißhaltezeit von 1 Minute verlangt.

Larmola (29) arbeitete mit einer Methode, die sich von den bisher beschriebenen etwas unterscheidet. Er gab eine Suspension aus Sputum reingezüchteter Stämme zu einer bereits vorher auf die gewünschte Temperatur erhitzten physiol. Kochsalzlösung. Heißhaltung erfolgte im Brutschrank. Sowohl bei 50° C/90 Min. als auch nach 60° C/90 Min. zeigten alle Stämme gutes Wachstum. 70° C/90 Min. überstanden zwei Stämme gut, einer wies noch 3 Kolonien auf. 80° C/10 - 40 Min. bewirkten bei allen Stämmen deutliche Wachstumsverminderung, aber erst 50 Minuten Einwirkungsdauer verursachten vollkommene Inaktivierung.

Herzer (22) untersuchte die Resistenz von 42 T.B.-Stämmen, die er aus Lymphknoten und Organen von Schlachtrindern gewonnen hatte, gegenüber 75 - 76° C. Infizierte Milch wurde in Zentrifugenröhrchen auf die genannte Temperatur erhitzt und eine Minute heißgehalten. Trotz dieser Behandlung wuchsen auf Petragnani-Nährboden (mod. nach Witte) noch vier Stämme. Herzer folgert daraus, daß zwischen den einzelnen Stämmen Unterschiede in der Hitzeresistenz bestehen.

In einem weiteren Versuch verwendet Herzer saure und durch Stehen über Leinsamen schleimig gewordene Milch. Zwei Stämme, die in dieser Milch erhitzt wurden, überstanden ebenfalls 75 - 76° C/60 Sek.

Mit 16 T.B.-Stämmen, die aus Rinderlymphknoten isoliert worden waren, unternahm Grüll (20) Versuche. Neun dieser Stämme seien früher bereits auf 93° C erhitzt worden. In Milch suspendiert und in Zentrifugenröhrchen abgefüllt wurde das Untersuchungsgut im Wasserbad auf 74 bzw. 85° C erwärmt und eine Minute dieser Temperatur ausgesetzt. Bei 85° C wurden alle Stämme abgetötet, zwei überstanden jedoch 74° C; beide hatten vorher bereits 93° C ausgehalten.

Bingel (5) ermittelte für den humanen Stamm H37Rv eine Absterbekurve, die in den für die Pasteurisierung wichtigen Punkten folgende Werte aufweist:

60°/10 Min., 71°/70 Sek., 73°/50 Sek., 74°/40 Sek., 80°/7 Sek.

Bingel arbeitete mit folgender Versuchsanordnung:

Ein Kupferzylinder von 9,5 cm Höhe, 0,5 mm Wandstärke und einem Durchmesser von 2,2 cm wurde mit 2 ccm künstlich infizierter Milch (eine drei Wochen alte Kultur pro 100 ccm) beschickt, mit dem Handstück einer Zahnbohrmaschine gekoppelt und in Rotation versetzt.

In Vorversuchen hatte es sich gezeigt, daß unter diesen Umständen flüssiger Agar an der Wand des Zylinders einen Film von 0,4 - 0,5 mm Dicke bildet.

Der rotierende Kupferzylinder wurde nun für bestimmte Zeiten in ein bereitgestelltes Wasserbad getaucht und anschließend abgekühlt.

Bei 90 von 240 Proben wurde ein Tierversuch durchgeführt.

Versuche, bei denen Hitzeeinwirkungszeiten von weniger als einer Minute genau eingehalten wurden, unternahm auch Stur (55). Er trocknete Tropfen einer Keimsuspension aus Besredka-Medium vorsichtig auf Objektträger an, tauchte diese dann über abgestufte Zeitspannen in ein Wasserbad von 80° C und kultivierte auf Loewenstein-Jensen-Medium nach. Hierbei ergaben sich Abtötungszeiten von 2 - 4 Sekunden. In einer zweiten Versuchsreihe prüfte Stur 76 frisch isolierte Stämme durch Eintauchen von Eprovetten mit 1 ccm Keimsuspension in kochendes Wasser, wobei die Eintauchzeiten variiert wurden. Nur zwei Stämme erwiesen sich wesentlich resistenter als H 37 Rv. In weiteren Versuchen konnten aber keine Anhaltspunkte für eine echte, d.h. vererbte, höhere Thermoresistenz gefunden werden.

Kells und Lear (26) stellten eine Absterbekurve für drei Stämme von M. bovis auf. Sie suspendierten die Kulturen in Milch so, daß deren Zellkonzentration einer natürlichen Infektion entsprach. Die Resultate zeigen für die Pasteurisierung eine Sicherheitsgrenze von 28,5 Minuten bei 61,6° C und von 14 Sekunden bei 71,6° C.

In einer ausführlichen Arbeit befaßten sich Moureau, Bretey und Roy (38, 39) mit der Thermoresistenz von Mykobakterien. Sie untersuchten je 1 Stämme von M. tuberculosis, M. bovis, M. avium, M. paratuberculosis sowie einen BCG-Stamm.

Die Stämme, die auf verschiedenen Nährböden gezüchtet worden waren, wurden in der ersten Versuchsserie in neutralem Aqua dest. und in einer zweiten Reihe in nicht entrahmter Handelsmilch suspendiert. Dieses Untersuchungsmaterial wurde in Reagenzgläser abgefüllt, in einem Wasserbad auf 60, 70, 80, 85, 90 und 100° C erhitzt und zwischen 5 und 30 Minuten heißgehalten. Die Nachzüchtung erfolgte auf Jensen-Medium. Humane, bovine und aviäre Stämme zeigten zwar schon bei 80 und 85° C deutliche Wachstumsbeeinträchtigung, eine vollständige Abtötung erfolgte jedoch erst nach 90° C/5 Min.

Die Hitzeresistenz der paratuberkulösen Stämme war deutlich höher, sie stellten das Wachstum erst nach 90° C/15 Min. ein. Dagegen genügten zur Inaktivierung des BCG-Stammes bereits 60° C/15 Min.

Bezüglich der Suspensionsflüssigkeiten konnte zwischen Milch und Aqua dest. kein wesentlicher Unterschied festgestellt werden. Auch die Art des Nährbodens, auf dem die Kulturen gezüchtet worden waren, übte keinen Einfluß auf die Resistenz aus.

2. Überprüfungen von Pasteurisierungsapparaten mit künstlich infizierter Milch

Seelemann (51, 52) hat umfassende Untersuchungen an Erhitzertypen angestellt, die in der Molkereipraxis Verwendung finden.

Bei der Prüfung von 15 Kurzzeit-[1] und 14 Hocherhitzern[2] fand eine Versuchsmilch Verwendung, die mit Reinkulturen von M. bovis infiziert worden war. In mehreren Fällen wurde noch Milch von Kühen mit Eutertuberkulose zugesetzt. Nach der Pasteurisation wurde das RBG von 100 ccm Milch gewonnen und davon 2 ccm i. m. an Meerschweinchen verimpft. Die Hocherhitzung auf 85° C reichte in jedem Fall aus, die T. B. sicher abzutöten. Bei der Kurzzeiterhitzung mußten dagegen 5 positive Tierversuche registriert werden. Diese Fälle seien in der folgenden Tabelle zusammengefaßt:

Tabelle 2:

Erhitzungs-temperatur (° C)	Probenentnahme	Anzahl der Versuchstiere	Anzahl der pos. Versuchstiere
70, 0 - 70, 9	aus Sammelmilch	?	1 (Kniefalten-Ln. und Milz)
70, 0 - 71, 0	aus Erhitzer	6	1 (lokal)
69, 0 - 69, 6	aus Heißhalter	6	1 (generalis.)
69, 7 - 70, 3	aus Erhitzer	6	1 (Organe)
69, 0 - 75, 0	aus Erhitzer	3	1 (generalis.)

1) Kurzzeiterhitzung = 71° C - 74° C/40 - 60 Sek.
2) Hocherhitzung = 85° C/7 Sek.

Wie aus der Zusammenstellung hervorgeht, wurden bei allen positiven Versuchen die vorgeschriebene Mindesttemperatur, wenigstens vorübergehend, unterschritten.

Auch mit Dauererhitzungsanlagen[1] wurden von Seelemann (50) Versuche durchgeführt. Hierbei verwendete er eine Testmilch, die durch Zusatz von stark t.b.-haltiger Milch eutertuberkulöser Kühe infiziert worden war. Nach der Pasteurisation wurden 1/2 bis 1 Liter Milch entnommen, davon 50 - 80 ccm zentrifugiert und mit dem RBG meist zwei Meerschweinchen i.m. geimpft. Über die Versuchsergebnisse soll folgende Tabelle Aufschluß geben:

Tabelle 3:

Beschaffenheit d. Zusatzmilch	Verdünnungsgrad d. Testmilch	Temp. (°C)	Heißh.-zeit (Min.)	Tierversuch
flockig	?	61-62	20	pos.
		61-62	30	neg.
normales Aussehen	1 : 20	63	10	pos.
		62	20	neg.
normales Aussehen	?	63	10	neg.
serumartig flockig	1 : 1000	62-63	20	pos.
		62-63	25 u. 30	neg.
normales Aussehen	1 : 333	Entnahme während der Vorwärmezeit		neg.
wässrig, flockig	1 : 20	63	25	pos.
		63	30	neg.
serumartig, flockig	1 : 1000	63	15	neg.

1) Dauererhitzung = 65°C/30 Min.

Eickmann und Söntgen (12) untersuchten die Zuverlässigkeit einer Dauererhitzungsanlage, indem sie die Milch von eutertuberkulösen Kühen mit der Anlieferungsmilch vermischten. Bei normaler oder leicht veränderter Beschaffenheit der Zusatzmilch fanden sie die Dauererhitzung als ausreichend, während das Verfahren bei einer Zusatzmilch mit stark verändertem Aussehen als unzureichend bezeichnet wurde.

Zeller, Wedemann, Lange und Gildemeister (59) führten Fütterungsversuche an Ferkeln und Kälbern durch. Dabei wurde künstlich infizierte Milch (0, 15 - 1, 9% tub. Zusatzmilch) verwendet, die in einer serienmäßigen Dauererhitzungsanlage pasteurisiert worden war. Die Versuchstiere wurden nach Beendigung der Fütterungsperiode seziert und verdächtige Lymphknoten an Meerschweinchen weiterverimpft. Dabei konnten folgende Ergebnisse registriert werden:

Von 33 Kontrollferkeln erkrankten 29 an Tuberkulose, während von 34 Versuchstieren, denen die dauererhitzte Milch gefüttert worden war, 5 tuberkulöse Organveränderungen aufwiesen. Bei den Kälbern wurden von 24 Kontrolltieren 15 und von 25 Versuchstieren 4 infiziert.

Auch Scharr und Lenz (46) verfütterten dauererhitzte Versuchsmilch (1, 3 l flockige, gelbliche Milch auf 1000 l Rohmilch) an Ferkel. Bei allen drei Tieren, die mit pasteurisierter Milch gefüttert worden waren, konnten nach einem halben Jahr T.B. in einzelnen Lymphknoten nachgewiesen werden (Tierversuch).

Von den drei Schweinen, die Rohmilch erhalten hatten, war eines frei von Tuberkulose.

3. Handelsmilchkontrollen

Rautmann (45) untersuchte den praktischen Wert der Dauererhitzung in 8 Molkereien, deren Anlieferungsmilch nachweislich t.b.-haltig war. Unter 55 Proben wurden zwei ermittelt, die nach der Pasteurisierung noch T.B. enthielten. Rautmann führte diese Fälle auf Mängel an den Erhitzungsapparaten zurück.

Am Milchhof Leipzig überprüfte Meyn (36) die Wirkung von zwei Großleistungserhitzern, von denen die Milch auf durchschnittlich 73° C erwärmt und 31 Sekunden auf dieser Temperatur gehalten wurde. Er entnahm die Proben

aus der zentrifugierten Rohmilch und aus der bereits vorgekühlten pasteurisierten Milch. Das von 100 ccm Milch gewonnene RBG wurde jeweils einem Meerschweinchen injiziert. Von 24 mit Rohmilch geimpften Tieren erkrankten 12 an Tuberkulose, während bei den 24 Versuchstieren, die mit erhitzter Milch geimpft worden waren, keines tuberkulöse Organveränderungen zeigte.

Pohl und Aschmoneit (44) entnahmen bei 194 ostpreußischen Molkereien 255 Proben pasteurisierter Milch. In 6 Proben konnten lebende Krankheitserreger nachgewiesen werden, darunter in einem Fall Tuberkelbakterien. Die positive Milch stammte aus einer nicht einwandfrei arbeitenden Hocherhitzungsanlage.

Um die zugelassenen Pasteurisierungsverfahren unter Praxisbedingungen zu überprüfen, untersuchte Ehrlich (11):

166	Proben kurzzeiterhitzter Milch	aus	31 Molkereien,
108	Proben dauererhitzter "	"	23 Molkereien und
551	Proben hocherhitzter "	"	121 Molkereien.

Von jeder Probe wurde das RBG aus 75 ccm Milch an Meerschweinchen verimpft. In einem Fall konnten virulente T.B. ermittelt werden. Ehrlich schätzt, daß 10% der Rohmilch infiziert waren.

Dieser Prozentsatz wird von Wagener (57) auch noch 1949 angenommen. In diesem Zusammenhang betont Wagener, daß er lediglich das Hocherhitzungsverfahren als sicher ansehe, während er die Kurzzeiterhitzung als umstritten und das Dauererhitzungsverfahren als nicht sicher betrachte.

Die Kurzzeitpasteurisation war Gegenstand einer Kontrolle, die Blindow (6) in 4 Filialen einer Molkerei vornahm. Er prüfte insgesamt 100 Handelsmilchproben. Der Bodensatz von jeweils 50 ccm Milch wurde auf Petragnani-Nährböden kultiviert. In zwei Fällen konnte Wachstum von Tuberkelbakterien festgestellt werden. Meerschweinchen, die mit diesen Kulturen geimpft wurden, zeigten die pathol.-anatom. Kriterien der Tuberkulose.

In einer ähnlichen Arbeit überprüfte Eikmeier (13) die Milch einer Molkerei mit Hocherhitzungsanlage. Unter 50 Rohmilchproben fanden sich 7, unter 50 erhitzten Magermilchproben 3 und bei 50 pasteurisierten Vollmilchproben eine als t.b.-haltig.

Schönberg (49) konnte unter 1917 Proben pasteurisierter Milch lediglich

sechsmal T.B. nachweisen. Er hatte das RBG von 100 ccm Milch an je ein Meerschweinchen verimpft. Die Molkerei, aus der die beanstandete Milch stammte, arbeitete nach den drei zugelassenen Verfahren und war mit modernen Maschinen ausgestattet.

Zu einem wesentlich ungünstigeren Ergebnis kommen Maas und Blum (32). In einer mit vorschriftsmäßigen Kurzzeiterhitzern ausgerüsteten Molkerei wurden von ihnen in 10 Fällen bei 21 Proben (Rohmilch nachweislich t.b.-haltig) und in 5 Fällen bei 68 Proben (Rohmilch nicht untersucht) infektionstüchtige T.B. nachgewiesen. Bemerkenswert ist, daß die Autoren das Sediment von immerhin 1000 ccm Milch an nur zwei Meerschweinchen verimpften.

Ein abgeschwächtes Krankheitsbild und die Tatsache, daß kein positiver Kulturversuch gelang, deuten auf eine gewisse Virulenzschwächung der Keime hin.

Auch Leistner (31) stellte im Tierversuch dreimal T.B. fest, nachdem er pasteurisierte Flaschenmilch aus 13 Leipziger Molkereien untersucht hatte. Die betreffenden Betriebe waren aber noch nicht mit modernen Erhitzungsapparaten ausgestattet.

Auf einwandfreie Molkereieinrichtung, sowie deren sachgemäße Bedienung und Überwachung legt Lampe (28) großen Wert. Wenn diese Voraussetzungen erfüllt sind, hält er alle drei Pasteurisierungsverfahren, auf Grund von eigenen Beobachtungen und an Hand der einschlägigen Literatur, für ausreichend sicher.

Die gleichen Erfahrungen haben Lebek und Schlereth (30) bei hocherhitzter Flaschenmilch aus fünf Münchener Großmolkereien gemacht. Obwohl die Anlieferungsmilch zu 29% T.B. enthielt, konnte unter 134 pasteurisierten Proben keine im Tierversuch als positiv ermittelt werden.

In der gleichen Arbeit wird eine Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse anderer Autoren veröffentlicht. Diese Tabelle sei hier zitiert, sofern die Arbeiten nicht bereits besprochen wurden:

Autor	Jahr	Ort	Art der Milch	Anzahl d. Proben	T.B.-Nachw. (%)	Past.-Art
Munz	1949	Gießen	Handelsmilch	50	18	KZE
Reuss	1950	Hannover	"	104	5, 7	?
Dold u. Jordan	1953		"	über 100	0	KZE, HE
Beck	1949-1951	Nürnberg	"	603	3, 2	HE
"	"	"	"	184	2, 1	KZE
Wagener u. Eberhardt	1951	NW-Deutschl.	"	265	6, 4	KZE
"	"	"	"	92	3, 2	
"	"	"	"	67	0	HE
"	"	"	Vorzugsmilch	35	0	--
Meara	1947-1949	Johannesburg	Handelsmilch	374	0, 37	?

Zeichenerklärung: KZE = Kurzzeiterhitzung
HE = Hocherhitzung

III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

1. Material

Alle untersuchten Stämme wurden einer Sammlung des hiesigen Institutes entnommen. Die Auswahl erfolgte zufällig. Um eine gewisse Vergleichsmöglichkeit zu gewinnen, wurden noch zwei Stämme von M. bovis sowie drei Vertreter von M. tuberculosis zu den Untersuchungen hinzugezogen. Auch bei der Auswahl dieser Stämme waren keine besonderen Gesichtspunkte maßgebend, mit Ausnahme des Stammes H 37 Rv. Hier interessierte ein Vergleich der Untersuchungsergebnisse mit den Werten einer Absterbekurve, die Bingel (5) für diesen Stamm ermittelt hat.

In der folgenden Tabelle sind die untersuchten Stämme im einzelnen aufgeführt und, soweit bekannt, die Tierart genannt, aus der sie isoliert worden sind.

Tabelle 4:

1. M. avium:

Av 1	(Huhn)	Av 188	(Huhn)		121		
Av 10	(Huhn)	Av 209	(Huhn)		125		
Av 56	(Huhn)	Av 355	(Schw.)	S	10	(Schwein)	
Av Gall	(Huhn)	29		S	15	(Schwein)	
Av 93	(Rind)	31		S	53	(Schwein)	
Av 95	(Schw.)	67		SB	741	(Mensch)	
Av 106	(Truth.)	84		SB	744	(Mensch)	
Av 144	(Katze)	88		SN	402	(Mensch)	
Av 176/11	(Schw.)	103		SN	404	(Mensch)	
Av 177	(Gans)	105		SN	424	(Mensch)	
Av 181	(Huhn)	111					

2. M. bovis:

bov. Liebler	(Rind)	bov. 246	(Rind)

3. M. tuberculosis:

Standard H 209 (Mensch) H 37 Rv

Von den genannten Stämmen wurden Subkulturen in Kirchner-Herrmann-Substrat angelegt und ca. vier Wochen bei 38° C bebrütet.

Die Herstellung des Nährbodens erfolgte nach folgendem Rezept:

"In 1000 ml Aqua dest. werden gelöst:

3, 0 g Asparagin
3, 0 g Natriumcitrat
9, 0 g Na_2HPO_4
1, 0 g KH_2PO_4
0, 6 g $MgSO_4$
5, 0 g NH_4Cl
1, 0 ml einer 0, 01%igen wäßrigen Fe^{III}-Ammonsulfatlösung
20, 0 ml Glycerin bidest.
2, 5 ml einer 0, 75%igen wäßrigen Malachitgrünlösung.

Nach vollständiger Lösung in erwärmtem Aqua dest. muß das Substrat abkühlen, dann erst kann der Ph-Wert mit einer 25%igen HCl auf 6, 8 bis 6, 9 eingestellt werden. Die Nährlösung wird anschließend im Autoklaven 40 Minuten bei 110° C sterilisiert. Vor Gebrauch werden auf einen Liter Nährlösung 110 ml steriles Pferdeserum gegeben. Das nunmehr fertige Substrat wird zu jeweils 5 ml in sterile Reagenzröhrchen abgefüllt und 3 bis 6 Tage im Brutschrank auf Sterilität geprüft."

2. Methode

a) Zusammenstellung der gebräuchlichsten Untersuchungsarten

Die einfachste und am häufigsten angewandte Laboratoriumsmethode ist das Erhitzen des Untersuchungsgutes in geschlossenen Behältnissen (Reagenzgläser, Zentrifugenröhrchen, Flaschen und dergleichen). Diese Technik erfordert jedoch lange Heißhaltezeiten, um eine vollständige Erwärmung des Untersuchungsmaterials zu gewährleisten. Freie Oberfläche, Aufrahmung und Hautbildung stellen Fehlerquellen dar, die nur mit neuartigen Temperaturmessungen (Thermoelemente), wie sie von Moureau, Brety und Roy (38, 39) verwendet wurden, kontrolliert werden können.

Eine gewisse Verbesserung stellt die Verwendung dünnwandiger Ampullen dar. Aber auch hier gelten die vorher erwähnten Nachteile, wenn auch in abgeschwächter Form.

Larmola (29) stellte eine Keimsuspension her, indem er die Flüssigkeit schon vor Zugabe der Bakterienkultur auf die gewünschte Temperatur erhitzte und die Suspension anschließend heißhielt. Mit dieser Methode wird zwar die Vorwärmezeit ausgeschaltet, die Abkühlung dauert aber noch zu lange, um kurze Einwirkungszeiten der Temperatur zu beurteilen.

Eine Möglichkeit, Keime beliebig kurze Zeit in einer Flüssigkeit zu erhitzen, demonstrierte Stur (55). Hierbei wird eine konzentrierte Keimsuspension auf einer Trägersubstanz angetrocknet (z.B. Objektträger) und anschließend in eine erwärmte Flüssigkeit getaucht. Die Nachteile dieser Untersuchungsart sind eine eventuelle Schädigung der Keime durch die Antrocknung sowie ein gewisser Keimverlust während des Eintauchens.

Bingel (4) versuchte das Problem zu lösen, indem er einen mit Untersuchungsmaterial beschickten rotierenden Kupferzylinder in einem Wasserbad erwärmte. Das Vorhandensein einer freien Oberfläche und Aufrahmung durch die Zentrifugalkraft könnten bei dieser Methode das Ergebnis beeinflussen.

Den Praxisverhältnissen kommen Geräte am nächsten, wie sie von Ganz (19) beschrieben und weiterentwickelt wurden. Sie arbeiten nach folgendem Prinzip:

Die Milch fließt durch ein System gerader Rohre, die in den Heißdampfraum des Apparates eingebracht sind. Der nachgeschaltete Heißhalter stellt ein dem eigentlichen Erhitzer ähnliches, gut isoliertes Registersystem mit kürzeren Röhren größeren Durchmessers dar. Durch Umschalten auf Röhren verschiedener Abmessung kann somit die Heißhaltezeit variiert werden. Die Wasserkühlung erfolgt in einem Durchflußsystem doppelwandiger Rohre. An verschiedenen Stellen des Gerätes werden die Temperaturverhältnisse durch Thermoelemente kontrolliert.

Zweifellos bieten solche Apparate optimale Bedingungen zur Überprüfung der in der Molkereipraxis angewandten Pasteurisierungsarten. Es kann auf diese Weise jede beliebige Hitze-Zeit-Kombination untersucht und damit die Pasteurisierung eventuell verbessert werden. Die vorliegende Arbeit dient jedoch erst in zweiter Linie diesen praktischen Zielen. Ihre Aufgabe ist es vielmehr,

wie bereits erwähnt, zu prüfen, ob die Hitzeresistenz von M. avium von der anderer Mykobakterienarten abweicht und ob wesentliche Unterschiede zwischen den einzelnen Stämmen bestehen. Hierfür genügt es, einen bestimmten Temperaturbereich auszuwählen, für den in der Literatur Vergleichsmöglichkeiten vorhanden sind, und lediglich die Hitzeeinwirkungszeiten zu variieren.

Unter diesen Bedingungen erschien eine einfache Laboratoriumsmethode als geeignet, die bereits von Dedie (8) angewandt wurde, um das Verhalten von Listeria monocytogenes bei Pasteurisierungstemperaturen zu studieren. Es handelt sich dabei um die Erhitzung einer Keimsuspension in Kapillaren durch Eintauchen in ein Wasserbad.

b) Angewandte Technik

Die Kapillaren wurden aus 3 mm dicken Glasröhrchen selbst gezogen und für die Versuche solche von 0,4 bis 0,5 mm Stärke und 25 bis 30 cm Länge ausgewählt. Nach Verschluß des Mundstückes mit einem Wattestopfen erfolgte Sterilisierung mit Heißluft.

Der Versuchsablauf gestaltete sich folgendermaßen:

a) Herstellung einer Keimsuspension
Auf die übliche Verwendung von dest. Wasser oder physiol. Kochsalzlösung als Suspensionsflüssigkeit wurde verzichtet. Statt dessen bot es sich an, die Keime in ihrem flüssigen Nährsubstrat zu belassen, um sie möglichst vor Versuchsbeginn nicht zu schädigen. Die vier Wochen alten Kulturen wurden lediglich aufgeschüttelt, bis die Flüssigkeit gleichmäßig getrübt war.

Eine genaue Bestimmung der verwendeten Keimmenge fand nicht statt, da alle verwendeten Kulturen aus einem etwa gleich großen Schleimzopf bestanden und nach dem Umschütteln annähernd gleiche Trübung zeigten.

Der zweite Untersuchungsgang erforderte eine Suspendierung der Keime in Milch. Zu diesem Zweck wurden die Kulturen unter sterilen Bedingungen in Zentrifugenröhrchen umgeschüttet und bei 3000 U/Min. 20 Minuten zentrifugiert. Anschließend wurde der überstehende flüssige Nährboden abgekippt, nachdem dessen Spiegel vorher an der Röhrchenwand markiert worden war. Bis zu dieser Marke konnte das Zentrifugenröhrchen nunmehr wieder mit sterilisierter Handelsmilch aufgefüllt werden.

Da beide Untersuchungsgänge unmittelbar nacheinander folgten, wurde erreicht, daß die Keimdichte eines Stammes jeweils gleich blieb.

b) Erhitzung des Untersuchungsmaterials
Von den so hergestellten Keimsuspensionen wurde mit Kapillaren eine Flüssigkeitssäule von 15 bis 17 cm aufgezogen, die Spitze der Kapillaren mit der Bunsenbrennerflamme zugeschmolzen (auch bei den Kontrollen) und das Untersuchungsgut durch Eintauchen in ein Wasserbad von 71° C bzw. 74° C erhitzt. Die Eintauchdauer war von 5 bis 80 Sekunden abgestuft. Schließlich folgte Abkühlung der Kapillaren in Leitungswasser.

c) Nachkultivierung
Nach Abbrechen der Kapillarenspitze konnte die Flüssigkeitssäule bis auf einen kleinen Rest auf Löwenstein-Jensen-Nährboden ausgeblasen und mit einer Platinöse verteilt werden. Für die bovinen Stämme fand der Nährboden nach Petragnani ohne Glyzerinzusatz Verwendung. Die Bebrütung bei 38° C dauerte mindestens 8 Wochen, wobei das Wachstum wöchentlich beurteilt wurde.

3. Untersuchungsergebnisse

Die Wachstumsintensität der Stämme wurde nach zwei Gesichtspunkten bewertet:

Erstens nach der Zeitdauer bis zum Auftreten der ersten sichtbaren Kolonien (gemessen in Wochen).

Zweitens nach dem Aussehen der Kulturen bei Abschluß der Wachstumsphase nach 8 - 10 Wochen. Hierbei wurden drei Grade unterschieden:

+ = 1 bis 10 Kolonien
++ = mehr als 10 Einzelkolonien oder zusammenhängendes Wachstum auf einem Teil des Nährbodens (meist am Rand des Flüssigkeitsspiegels)
+++ = zusammenhängendes Wachstum auf der gesamten Nährbodenfläche

Die Untersuchungsergebnisse sind in den Tabellen 5 - 14 zusammengestellt worden:

Tabelle 5: Erhitzungstemp. 71° C, Suspensionsfl. = Kirchner-Herrmann Subst.

Stamm	Kontrolle (unerhitzt)	Eintauchdauer (Sek.) 5	10	15	20	30	40	50	60	80
Av 1	+++	+++	++		+	-	-			
Av 10	+++	+++	-		-	-	-			
Av 56	+++	+++	++		-	-	+	-	-	-
Av Gall	+++	+++	-		-	-	-			
Av 93	+++	+++	+++		+	-	-			
Av 95	+++	+++	+++		+	++	-			
Av 106	+++	+++	+++		++	++	-			
Av 144	+++	+++	++		+	+				
Av 176/11	+++	+++	+++	++	++	-	-	-	-	-
Av 177	+++	+++	++		-	-	-	-	-	-
Av 181	+++	++	-	-	-	-	++	-	++	-
Av 188	+++	+++	++		-	-	-	-	-	-
Av 209	+++	+++	++		-	-	-	-	-	-
Av 355	+++	++	-	++	-	-	-	-	-	-
29	+++	+++	++		+	-	+	-	-	-
31	+++		+++		++	+	+	-	-	-
67	+++		+++		++	++	-	-	-	-
84	+++	++	++	-	-	-	-	-	-	-
88	+++		+++		++	-	-	-	-	-
103	+++		+++		++	-	-	-	-	-
105	+++		+++		++	+	++	-	-	-
111	+++		+++		++	-	-	-	-	-
121	+++		++		++	++	+	+	-	-
125	+++	+++	++	-	-	-	-	-	++	-
S 10	+++	+++	++		-	-	-	-		
S 15	+++	+++	+++		++	-	-	-		
S 53	+++	+++	++		-	-	-	++	-	-
SB 741	+++	+++	++		++	+	+	++	-	-
SB 744	+++	+++	++		-	-	-	-	-	-
SN 402	+++	++	+		-	-	-	-	-	-
SN 404	+++	++	-		-	-	-	-	-	-
SN 424	+++	++	++		++	-	-	-	-	-

Tabelle 6: Erhitzungstemp. 74° C, Suspensionsfl. =Kirchner-Herrmann Subst.

Stamm	Kontrolle (unerhitzt)	Eintauchdauer (Sek.) 5	10	15	20	30	40	50	60	80
Av 1	+++	++	-	-	-					
Av 10	+++	+	-	-	-					
Av 56	+++	-	-	-	-					
Av Gall	+++	-	-	-	-					
Av 93	+++	+	+	-	-					
Av 95	+++	++	-	+	-					
Av 106	+++	+++	-	-	-					
Av 144	+++	++	+	++	+	-	-	-	-	-
Av 176/11	++	-	++	-	-					
Av 177	+++	++	+	-	+	-	-	-	-	-
Av 181	+++	++	-	-	-					
Av 188	+++	++	++	+	+	-	-	-	++	-
Av 209	+++	++	++	++	++	-	-	-	-	-
Av 355	+++	-	-	-	-					
29	+++	-	-	-	-					
31	+++	++	-	+	+	-	-	-	-	
67	+++	+	+	+	+	-	-	-	-	
84	+++	+	-	-	-					
88	+++	+	-	-	-					
103	+++	-	-	-	-					
105	+++	++	+	-	-					
111	+++	++	-	-	-					
121	+++	++	++	++	+	-	-	+	-	
125	+++	++	++	-	-					
S 10	+++	+	-	-	-					
S 15	+++	-	-	-	-					
S 53	+++	++	-	-	-					
SB 741	+++	++	-	-	-					
SB 744	+++	++	-	-	-					
SN 402	+++	+++	+++	+++	+++	+	+	-	-	
SN 404	+++	+	+	-	+	-	-	-	+	-
SN 424	+++	++	-	-	-					

Tabelle 7: Erhitzungstemp. 71°C, Suspensionsflüssigkeit = Milch

Stamm	Kontrolle (unerhitzt)	Eintauchdauer (Sek.) 5	10	15	20	30	40	50	60	80
Av 1	+++	+++	-		-	-	-			
Av 10	+++	++	-		-	-	-			
Av 56	+++	+++	++		-	-	++	-	-	-
Av Gall	+++	+++	-		-	-	-			
Av 93	+++	+++	-		-	-	-			
Av 95	+++	++	++		-	-	-			
Av 106	+++	++	++		-	-	+	-	-	-
Av 144	+++	+++	++		-	-	++	-	-	-
Av 176/11	+++	++	++	++	++	-	-	-	-	-
Av 177	+++	+++	++	-	-	-	-	-	-	-
Av 181	+++	++	++	-	-	-	-	-	-	-
Av 188	+++	++	++	++	++	++	++	-	-	-
Av 209	+++	++	++	-	-	-	-	-	-	-
Av 355	+++	+	-	-	-	-	-	-	-	-
29	++	++	++	-	-	-	-	-	-	-
31	+++	++	+	-	-	-	-	-	-	-
67	+++	++	+	-	-	-	-	-	-	-
84	+++	++	-	-	-	-	-	-	-	-
88	+++	++	++	++	-	-	-	-	-	-
103	+++	++	+	-	-	-	-	-	-	-
105	+++	++	++	++	-	-	-	-		
111	+++	++	+	-	-	-	-	-		
121	+++	++	++	+	-	-	-	-		
S 10	+++	++	++	-	-	-	-	-	-	-
S 15	+++	++	++	-	-	-	-	-	-	-
S 53	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-
SB 741	+++	++	++	-	-	-	-	-	-	-
SB 744	+++	+++	++	+	-	-	-	-	-	-
SN 402	+++	++	-	-	-	++	-	-	-	-
SN 404	+++	++	-	-	-	-	+	-	-	-
SN 424	+++	++	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 8: Erhitzungstemp. 74°C, Suspensionsflüssigkeit = Milch

Stamm	Kontrolle (unerhitzt)	Eintauchdauer (Sek.) 5	10	15	20	30	40	50	60	80
Av 1	+++	++	+	-	-					
Av 10	+++	-	-	-	-					
Av 56	+++	+	-	-	-					
Av Gall	+++	-	-	-	-					
Av 93	+++	-	++	-	-					
Av 95	+++	-	-	++	-					
Av 106	+++	-	-	-	-					
Av 144	+++	-	-	-	-					
Av 176/11	+++	++	-	-	-	-	-	-	-	-
Av 177	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Av 181	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Av 188	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Av 209	+++	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Av 355	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	+++	+	-	-	-	-	-			
31	+++	+	-	-	-	-	-			
67	+++	-	-	-	-	-	-			
84	+++	-	-	-	-	-	-			
88	+++	++	++	-	-	-	-			
103	+++	++	-	-	-	++	++	-	-	-
105	+++	-	-	-	-	-	-			
111	++	-	-	-	-	-	-			
121	+++	++	-	-	-	-	-			
S 10	+++	++	-	-	-	-	-		-	
S 15	+++	-	-	-	-	-	-		-	
S 53	+++	-	-	++	-	-	-		-	
SB 741	+++	++	-	-	-	-	-		-	
SB 744	+++	-	-	-	-	-	-		-	
SN 402	+++	-	-	-	-	-	-		-	
SN 404	+++	-	-	-	-	++	-		-	
SN 424	verunreinigt									

Tabelle 9: Erhitzungstemp. 71°C, Suspensionsfl. = Kirchner-Herrmann Subst.

Stamm	Kontrolle (unerhitzt)	Eintauchdauer (Sek.) 5	10	15	20	30	40	50	60	80
Av 1	2+)	3	3		5	-	-			
Av 10	2	3	-		-	-	-			
Av 56	2	2	6		-	-	3	-	-	-
Av Gall	2	3	-		-	-	-			
Av 93	2	3	3		3	-	-			
Av 95	2	2	3		5	5	-			
Av 106	2	2	3		3	5	-			
Av 144	2	3	3		5	5	-			
Av 176/11	2	3	3	3	4	-	-	-	-	-
Av 177	3	4	8		-	-	-	-	-	-
Av 181	3	3	-	-	-	-	4	-	6	-
Av 188	2	2	9		-	-	-	-	-	-
Av 209	2	2	9		-	-	-	-	-	-
Av 355	1	1	-	2	-	-	-	-	-	-
29	3	3	5		7	-	6	-	-	-
31	3		3		5	7	7	-	-	-
67	3		4		5	7	-	-	-	-
84	1	1	8	-	-	-	-	-	-	-
88	3		3		4	-	-	-	-	-
103	3		4		6	-	-	-	-	-
105	3		3		5	7	6	-	-	-
111	3		5		7	-	-	-	-	-
121	3		3		4	5	7	7	-	-
125	3	3	4	-	-	-	-	-	7	-
S 10	2	3	8		-	-	-	-		
S 15	2	2	8		9	-	-	-		
S 53	2	3	7		-	-	-	9	-	-
SB 741	1	1	2		7	7	9	9	-	-
SB 744	1	2	8		-	-	-	-	-	-
SN 402	1	2	2		-	-	-	-	-	-
SN 404	1	2	-		-	-	-	-	-	-
SN 424	2	3	7		8	-	-	-	-	-

+) Die Zahlenwerte in den Tabellen 9 - 14 bedeuten die Anzahl der Wochen bis zum Auftreten erster sichtbarer Kolonien.

Tabelle 10: Erhitzungstemp. 74°C, Suspensionsfl. = Kirchner-Herrmann Subst.

Stamm	Kontrolle	Eintauchdauer (Sek.)								
		5	10	15	20	30	40	50	60	80
Av 1	2	8	-	-	-					
Av 10	2	4	-	-	-					
Av 56	2	-	-	-	-					
Av Gall	2	-	-	-	-					
Av 93	2	7	4	-	-					
Av 95	2	4	-	8	-					
Av 106	2	3	-	-	-					
Av 144	2	4	4	4	4	-	-	-	-	-
Av 176/11	3	-	6	-	-					
Av 177	2	6	6	-	8	-	-	-	-	-
Av 181	3	6	-	-	-					
Av 188	4	4	4	6	6	-	-	-	6	-
Av 209	3	6	6	6	6	-	-	-	-	-
Av 355	2	-	-	-	-					
29	4	-	-	-	-					
31	3	6	-	8	8	-	-	-	-	-
67	3	6	6	8	8	-	-	-	-	-
84	3	6	-	-	-					
88	3	6	-	-	-					
103	3	-	-	-	-					
105	3	6	6	-	-					
111	3	6	-	-	-					
121	3	6	8	8	8	-	-	8	-	
125	3	6	4	-	-					
S 10	2	7	-	-	-					
S 15	3	-	-	-	-					
S 53	4	5	-	-	-					
SB 741	2	4	-	-	-					
SB 744	2	3	-	-	-					
SN 402	2	2	2	2	2	8	9	-	-	
SN 404	2	5	5	-	4	-	-	-	9	-
SN 424	3	5	-	-	-					

Tabelle 11: Erhitzungstemp. 71°C, Suspensionsfähigkeit / Milch

Stamm	Kontrolle	Eintauchdauer (Sek.)								
		5	10	15	20	30	40	50	60	80
Av 1	3	3	-	-	-	-	-			
Av 10	3	5	-	-	-	-	-			
Av 56	3	3	7		-	-	5	-	-	-
Av Gall	3	3	-		-	-	-			
Av 93	3	3	-		-	-	-			
Av 95	3	3	7		-	-	-			
Av 106	3	3	6		-	-	7	-	-	-
Av 144	3	3	6		-	-	5	-	-	-
Av 176/11	3	4	6	6	6	-	-	-	-	-
Av 177	3	4	6	-	-	-	-	-	-	-
Av 181	3	4	6	-	-	-	-	-	-	-
Av 188	3	3	4	6	6	6	6	-	-	-
Av 209	3	4	6	-	-	-	-	-	-	-
Av 355	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-
29	3	4	5	-	-	-	-	-	-	-
31	3	5	6	-	-	-	-	-	-	-
67	3	5	8	-	-	-	-	-	-	-
84	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-
103	2	4	7	-	-	-	-	-	-	-
105	3	4	5	5	-	-	-	-		
111	3	4	7	-	-	-	-	-		
121	3	4	4	7	-	-	-	-		
S 10	2	4	5	-	-	-	-	-	-	-
S 15	3	4	4	-	-	-	-	-	-	-
S 53	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-
SB 741	3	4	5	-	-	-	-	-	-	-
SB 744	2	3	4	5	-	-	-	-	-	-
SN 402	2	2	-	-	-	4	-	-	-	-
SN 404	2	4	-	-	-	-	5	-	-	-
SN 424	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 12: Erhitzungstemp. 74°C, Suspensionsflüssigkeit = Milch

Stamm	Kontrolle	Eintauchzeit (Sek.)								
		5	10	15	20	30	40	50	60	80
Av 1	2	5	7	-	-					
Av 10	2	-	-	-	-					
Av 56	2	5	-	-	-					
Av Gall	2	-	-	-	-					
Av 93	2	-	5	-	-					
Av 95	2	-	-	5	-					
Av 106	2	-	-	-	-					
Av 144	2	-	-	-	-					
Av 176/11	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Av 177	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Av 181	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Av 188	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Av 209	3	-	-	-	-	-	6	-	-	-
Av 355	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	3	7	-	-	-	-	-			
31	3	7	-	-	-	-	-			
67	3	-	-	-	-	-	-			
84	2	-	-	-	-	-	-			
88	2	5	7	-	-	-	-			
103	2	7	-	-	-	7	8	-	-	-
105	2	-	-	-	-	-	-			
111	3	-	-	-	-	-	-			
121	3	5	-	-	-	-	-			
S 10	2	4	-	-	-	-	-			
S 15	3	-	-	-	-	-	-		-	
S 53	2	-	-	6	-	-	-		-	
SB 741	3	4	-	-	-	-	-		-	
SB 744	2	-	-	-	-	-	-		-	
SN 402	2	-	-	-	-	-	-		-	
SN 404	2	-	-	-	-	4	-		-	
SN 424	verunreinigt									

Tabelle 13: Hitzeresistenz von M. tuberculosis

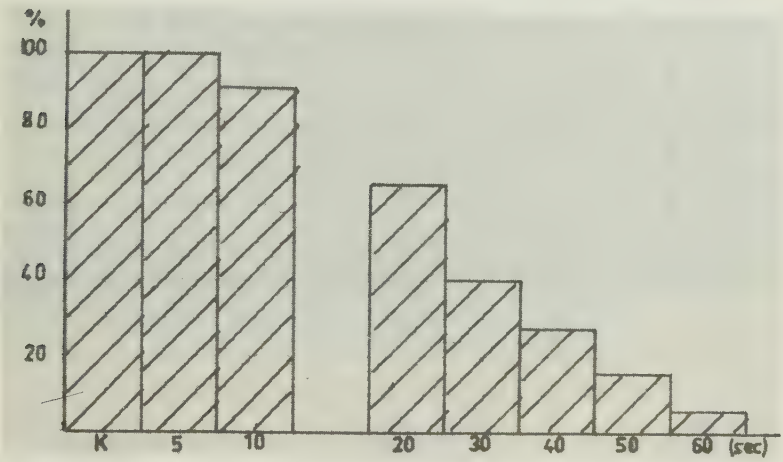
Stamm	Kontrolle	Eintauchdauer (Sek.)								
		5	10	15	20	30	40	50	60	80
Erhitzungstemp. 71° C, Suspensionsfl. = Kirchner-Herrmann Substr.										
Standard	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	
H 37 Rv	+++	++	++	-	-	-	-	-	-	-
H 209	+++	++	-	-	-	-	-	-	-	-
Erhitzungstemp. 74° C, Suspensionsfl. = Kirchner-Herrmann Substr.										
Standard	+++	-	++	-	-					
H 37 Rv	+++	-	+	-	+	++	-	-	-	
H 209	+++	-	-	-	-					
Erhitzungstemp. 71° C, Suspensionsflüssigkeit = Milch										
Standard	+++	+	-	-	-	-	-	-	-	-
H 37 Rv	+++	++	-	-	-	-	-	-	-	-
H 209	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Erhitzungstemp. 74° C, Suspensionsflüssigkeit = Milch										
Standard	+++	-	-	-	-	-	-			
H 37 Rv	+++	+	-	-	-	-	-			
H 209	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Erhitzungstemp. 71° C, Suspensionsfl. = Kirchner-Herrmann Substr.										
Standard	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H 37 Rv	2	3	3	-	-	-	-	-	-	-
H 209	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-
Erhitzungstemp. 74° C, Suspensionsfl. = Kirchner-Herrmann Substr.										
Standard	2	-	6	-	-					
H 37 Rv	2	-	6	-	6	8	-	-	-	
H 209	2	-	-	-	-					
Erhitzungstemp. 71° C, Suspensionsflüssigkeit = Milch										
Standard	3	5	-	-	-	-	-	-	-	-
H 37 Rv	3	5	-	-	-	-	-	-	-	-
H 209	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Erhitzungstemp. 74° C, Suspensionsflüssigkeit = Milch										
Standard	2	-	-	-	-	-	-			
H 37 Rv	2	-	-	-	-	-	-			
H 209	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 14: Hitzeresistenz von M. bovis

Stamm	Kontrolle	Eintauchdauer (Sek.)								
		5	10	15	20	30	40	50	60	80
Erhitzungstemp. 71° C, Suspensionsfl. = Kirchner-Herrmann Substr.										
bov. 246	+++	-	-	-	-	+++	-	-	-	-
bov. Liebler	+++	-	-	-	-	-	-	+++	-	-
Erhitzungstemp. 74° C, Suspensionsfl. = Kirchner-Herrmann Substr.										
bov. 246	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
bov. Liebler	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Erhitzungstemp. 71° C, Suspensionsflüssigkeit = Milch										
bov. 246	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
bov. Liebler	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Erhitzungstemp. 74° C, Suspensionsflüssigkeit = Milch										
bov. 246	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
bov. Liebler	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Erhitzungstemp. 71° C, Suspensionsfl. = Kirchner-Herrmann Substr.										
bov. 246	3	-	-	-	-	6	-	-	-	-
bov. Liebler	3	-	-	-	-	-	-	6	-	-
Erhitzungstemp. 74° C, Suspensionsfl. = Kirchner-Herrmann Substr.										
bov. 246	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
bov. Liebler	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Erhitzungstemp. 71° C, Suspensionsflüssigkeit = Milch										
bov. 246	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
bov. Liebler	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Erhitzungstemp. 74° C, Suspensionsflüssigkeit = Milch										
bov. 246	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
bov. Liebler	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-

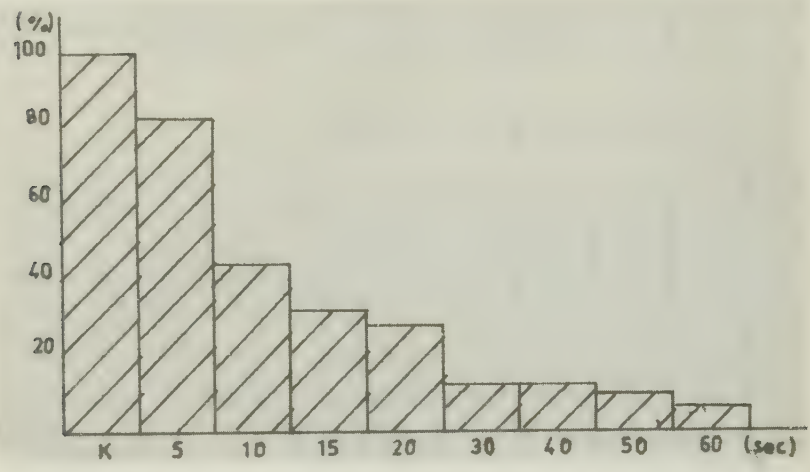
Die Ergebnisse aus den Tabellen 5, 6, 7 und 8 seien in den folgenden graphischen Darstellungen nochmals verdeutlicht. Hierbei wird jeweils der Prozentsatz überlebender Stämme bei einer Mindesteintauchdauer festgehalten, ohne die Wachstumsintensität zu berücksichtigen.

Fig. 1: 71° C, Kirchner-Herrmann Substr.



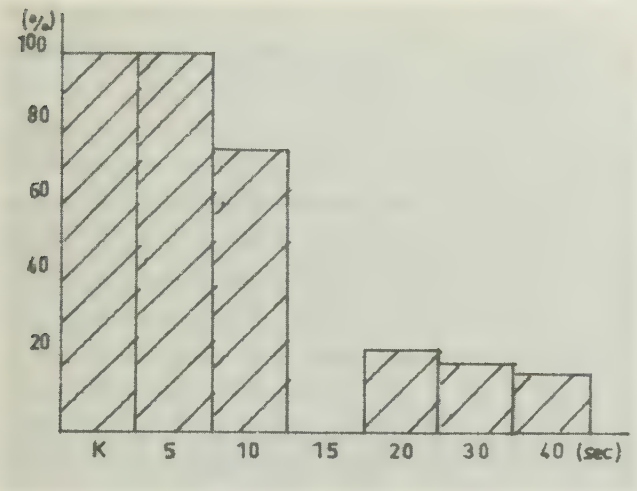
Eintauchdauer (Sek.)	Überleb. Stämme	%
Kontrolle	32	100
5	32	100
10	29	90, 6
20	21	65, 6
30	13	40, 6
40	9	28, 1
50	5	15, 6
60	2	6, 2

Fig. 2: 74° C, Kirchner-Herrmann Substr.



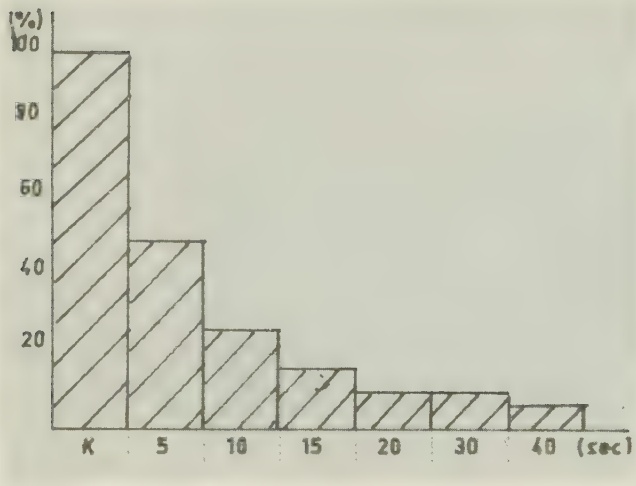
Eintauchdauer (Sek.)	Überleb. Stämme	%
Kontrolle	32	100
5	26	81, 2
10	14	43, 7
15	10	31, 2
20	9	28, 1
30	4	12, 5
40	4	12, 5
50	3	9, 4
60	2	6, 2

Fig. 3: 71° C, Milch



Eintauchdauer	Überleb. Stämme	%
Kontrolle	31	100
5	31	100
10	23	74, 2
20	7	22, 6
30	6	19, 3
40	5	16, 1

Fig. 4: 74° C, Milch



Eintauchdauer (Sek.)	Überleb. Stämme	%
Kontrolle	30	100
5	15	50
10	8	26, 7
15	5	16, 7
20	3	10, 0
30	3	10, 0
40	2	6, 7

IV. BESPRECHUNG DER VERSUCHSERGEBNISSE

1. Einfluß der Erhitzungstemperatur

Sämtliche aviären Stämme überleben, sowohl in Kirchner-Herrmann-Substrat als auch in Milch, eine Eintauchdauer von fünf Sekunden bei 71° C. Allerdings ist, wie aus den Tabellen 5, 7, 9 und 11 zu ersehen ist, bereits bei einigen Stämmen eine Schädigung eingetreten, die sich in verzögertem und begrenztem Wachstum bemerkbar macht. Ab 10 Sekunden Eintauchdauer nimmt die Zahl überlebender Stämme ziemlich kontinuierlich ab, bis in Kirchner-Herrmann-Substrat über 60 Sekunden und in Milch über 40 Sekunden kein Wachstum mehr stattfindet.

Bei 74° C werden für vollständige Abtötung zwar die gleichen Zeiten beobachtet, jedoch geht die Abnahme überlebender Stämme ungleich schneller vor sich. Eine irreversible Schädigung tritt hier bereits nach 5 Sekunden auf. Zu diesem Zeitpunkt ist in Kirchner-Herrmann-Substrat nur noch ein Stamm unbeeinflußt, in Milch zeigen alle eine Wachstumsbeeinträchtigung.

2. Einfluß des Suspensionsmediums

Die Auswirkung des Suspensionsmediums auf die Thermoresistenz der Keime ist nicht zu übersehen. Dies wird besonders in der um 20 Sekunden früher einsetzenden Abtötung aller Stämme in Milch deutlich. Aber auch der Unterschied in der Wachstumsintensität ist gravierend. So weisen in Kirchner-Herrmann-Substrat bei 71° C/5 Sek. von 25 Stämmen noch 19 (76%) ein Rasenwachstum auf, das die gesamte Nährbodenfläche bedeckt, während in Milch bei dieser Temperatur-Zeit-Kombination lediglich 8 von 32 Stämmen (25%) einen solchen Wachstumsgrad zeigen.

Der Unterschied zwischen beiden Medien bei 74° C wird bereits durch die Anzahl überlebender Stämme deutlich. Wachsen in Kirchner-Herrmann-Substrat nach 5 Sekunden noch 81, 2% der untersuchten aviären Stämme, so sind es in Milch bei dieser Eintauchdauer nur noch 50%.

3. Verhalten der einzelnen aviären Stämme

In Tabelle 15 (S. 34) sind alle Stämme aufgeführt, die in den Versuchen eine überdurchschnittliche Resistenz bewiesen.

Tabelle 15:

Suspensionsmedium	Kirchner-Herrm.-Substr.		Milch	
Temperatur	71°C	74°C	71°C	74°C
Eintauchdauer von mehr als ...	20 Sek.	5 Sek.	10 Sek.	5 Sek.
				Av 1
	Av 56		Av 56	
		Av 93		Av 93
	Av 95	Av 95		Av 95
	Av 106		Av 106	
	Av 144	Av 144	Av 144	
		Av 176/11		
		Av 177		
	Av 181			
		Av 188	Av 188	
		Av 209		Av 209
	29			
	31	31		
		67		
			88	88
				103
	105		105	
	121	121	121	
	S 53			S 53
	SB 741			
	SN 402	SN 402		
		SN 404	SN 404	SN 404

Aus dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, daß kein Stamm in allen vier Versuchsgängen Eintauchzeiten überlebte, die über den Durchschnittswerten lagen.

Drei Stämme sind in Tabelle 15 je dreimal, alle anderen nur zwei- oder einmal vertreten.

Somit konnten keine Anhaltspunkte dafür gefunden werden, daß bezüglich der

Thermoresistenz zwischen den einzelnen untersuchten aviären Stämmen wesentliche Unterschiede bestehen.

4. Vergleich der untersuchten aviären mit humanen und bovinen Stämmen

Die Vertreter von M. tuberculosis und M. bovis, die in die Versuche aufgenommen wurden, können nur als Stichproben gewertet werden. Ihre Zahl ist zu gering, als daß auf Grund ihres Verhaltens Rückschlüsse auf die Thermoresistenz der gesamten Species gezogen werden dürften. Immerhin sei festgestellt, daß die geprüften humanen und bovinen Stämme von der Mehrzahl der untersuchten aviären Stämme nicht abweichen.

Ein direkter Vergleich mit Angaben in der Literatur ist nicht möglich, da Laboratoriumsversuche in derselben Technik unbekannt sind.

Gewisse Parallelen bestehen nur zur Methode von Bingel (5), der ebenfalls kurze Einwirkungszeiten in einem Temperaturbereich untersuchte, wie er in dieser Arbeit berücksichtigt wurde. Die entsprechenden Werte der von ihm ermittelten Absterbekurve für den humanen Stamm H 37 Rv (71° C/70 Sek. und 74° C/40 Sek.) liegen in derselben Größenordnung wie die in dieser Untersuchung für die Abtötung aviärer Stämme gefundenen Temperatur-Zeit-Kombinationen.

Wie in der Literaturbesprechung bereits dargelegt, hat Seelemann (50, 51, 52) eingehende Versuche an Pasteurisierungsapparaten durchgeführt und ist dabei zu dem Schluß gekommen, daß die Kurzzeiterhitzung ausreicht, die in der Milch enthaltenen Tuberkelbakterien abzutöten. Obwohl die Wirksamkeit dieser Erhitzungsart immer wieder angezweifelt wurde, hat die Praxis der vergangenen Jahre gezeigt, daß die Kurzzeitpasteurisierung, bei einwandfreien Maschinen und sachgemäßer Durchführung, eine ausreichende Sicherheit für die Inaktivierung lebender Tuberkelbakterien bietet. Die in diesem Verfahren angewandte Erhitzungstemperatur und Heißhaltezeit kann daher zum Vergleich mit den hier für aviäre Stämme ermittelten Werten herangezogen werden.

Da bei 74° C/40 Sek. lediglich noch zwei von 30 Stämmen ein abgeschwächtes Wachstum zeigen, darf festgestellt werden, daß die Thermoresistenz der untersuchten aviären Stämme im selben Größenbereich liegt, wie diejenige boviner Stämme. Dies gilt um so mehr, als die Keimdichte der geprüften Suspensionen ungleich höher war als die natürlich oder künstlich infizierter Milch, wie sie von Seelemann verwendet wurde.

V. DISKUSSION

Es kann als sicher angenommen werden, daß M. avium zwar in der Lage ist, als alleiniger Erreger der Tuberkulose beim Menschen aufzutreten, die Häufigkeit solcher Erkrankungen ist allerdings erheblich geringer als nach den aufsehenerregenden Befunden Nassals (42) zuerst vermutet wurde. Nassal fand bei 563 Tuberkulosekranken 43 Fälle (7, 6%), die seiner Ansicht nach ausschließlich auf M. avium zurückzuführen waren.

Dagegen berichtet Meissner (34), daß in der Bundesrepublik von 1959 - 1963 unter 16 646 positiven Züchtungen aus menschlichem Untersuchungsmaterial lediglich in 13 Fällen (0, 08%) M. avium gefunden wurde. Auch von anderen Autoren wird der Prozentsatz von Nassal als zu hoch angesehen (14, 27). Sie weisen darauf hin, daß unter dem Einfluß einer tuberkulostatischen Therapie sowohl aus Mischinfektionen als auch aus Populationen von Mykobakterien der Säugetiergruppen eine Selektion aviärer Mykobakterien stattfinden kann, und somit die Vortäuschung einer Monoinfektion möglich ist (27).

Über Infektionen durch aviäre Mykobakterien bei Tieren liegen umfangreiche Literaturangaben vor, die in einer kürzlich erschienenen zusammenfassenden Arbeit Hartwigks (21) weitgehend berücksichtigt werden.

Von den Haustieren sind besonders Rinder und Schweine betroffen. Aber auch bei Hund und Katze sind mitunter aviäre Tuberkuloseinfektionen möglich (24).

In Baden fand Nassal (42), daß 1961 76% fraglicher oder positiver Tuberkulinreaktionen bei Rindern aus tuberkulosefreien Beständen durch M. avium verursacht wurden. Für andere Gegenden Deutschlands wurde dieser hohe Prozentsatz nicht bestätigt. Immerhin erhärten Untersuchungen, die an tuberkulösen Schlachtrindern durchgeführt wurden, die Tatsache, daß Ansteckungen mit Geflügeltuberkelbakterien beim Rind nicht selten sind. So berichtet Dedie (9), daß bei Typendifferenzierungen, die in Aulendorf vorgenommen wurden, 112-mal M. bovis, 3mal M. tuberculosis und 80mal M. avium ermittelt werden konnte. Am Münchener Schlachthof isolierten Schliesser, Schneidawind und Liebler (48) von 98 beanstandeten Rindern Mykobakterien und fanden in 50 Fällen M. avium als einzigen Erreger. Auffallend hoch erwies sich dabei der Anteil aviärer Infektionen bei der alleinigen Tuberkulose der Darmlymphknoten (48mal M. avium, 2mal M. bovis). Bei Lungentuberkulose handelte es sich dagegen 38mal um eine bovine und je 1mal um eine aviäre und um eine Mischinfektion.

Bei Schweinen dürfte der Anteil aviär bedingter Tuberkulosefälle noch höher sein. Nassal (42) beziffert ihn mit 90%. Piening (43) fand M. avium bei einheimischen Schweinen, die wegen Tuberkulose beanstandet worden waren, zu 66, 6%. Westphal und Mitarb. (58) diagnostizierten bei 9 514 Schlachtschweinen 58 Tuberkuloseinfektionen. Bei 33 Tieren wurde eine Typendifferenzierung durchgeführt und in 32 Fällen M. avium als Erreger nachgewiesen. Meyn und Schliesser (37) werteten 100 Proben isolierter Veränderungen der Mesenteriallymphknoten von Schweinen aus. 65mal gelang der Nachweis von M. avium, 3mal konnte M. bovis isoliert werden und in 2 Fällen lagen saprophytäre Mykobakterien vor. Bei weiteren aus 98 tuberkulös veränderten Kehlgangslymphknoten von Schlachtschweinen isolierten Mykobakterienstämmen bestimmte Schliesser (47) 69 Stämme von M. avium.

Diese Zahlen verdeutlichen, welche potentielle Gefahr verseuchte Hühnerbestände darstellen. Sie bedeuten zwar keine erhebliche seuchenhygienische Gefahr, rufen jedoch nicht unerhebliche wirtschaftliche Schäden hervor.

Für die Weiterverbreitung des Erregers der Geflügeltuberkulose auf Mensch und Tier kommen hauptsächlich zwei Wege in Betracht. Einmal der direkte Kontakt mit erkranktem Geflügel und zum anderen eine alimentäre Infektion durch tierische Produkte. Auf die Gefahr der Infektion von Rindern durch Geflügel, das sich im selben Stall aufhält, wurde in zahlreichen Publikationen hingewiesen, und es hat den Anschein, daß daraus auch in der landwirtschaftlichen Praxis in zunehmendem Maße Konsequenzen gezogen werden. Bedeutend schlechtere Verhältnisse herrschen in dieser Hinsicht bei der Schweinehaltung, wo vor allem auch verseuchte Ausläufe eine Infektionsquelle darstellen. Ob der gegenseitigen Ansteckung von Schweinen mit Geflügeltuberkelbakterien eine größere Bedeutung zukommt, als dies in Rinderbeständen der Fall ist, wird zwar vermutet, ist aber nicht sicher erwiesen.

Auf die Möglichkeit von Kontaktinfektionen des Menschen durch Umgang mit tuberkulosekrankem Geflügel weist vor allem Nassal (42) hin. Bei den von ihm untersuchten Tuberkulosefällen war der Anteil mit aviärer Genese bei landwirtschaftlich exponierten Personen (8, 4%), allerdings nur unwesentlich, höher als bei Patienten, die keine Berührung mit der Landwirtschaft hatten (6, 6%). Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, daß bei der ersten Gruppe 18mal Lungentuberkulose zu beobachten war und sich die Krankheit in 9 Fällen extrapulmonal manifestierte. Im Gegensatz dazu war dieses Verhältnis bei Stadtbewohnern 1 : 15. Nassal folgert daraus, daß sich dieser Personenkreis vorwiegend alimentär infiziert.

Als alimentäre Ansteckungsquellen kommen insbesondere Eier und Milch in Frage. Über das Ausmaß der Kontamination der Hühnereier mit Mykobakterien hat Fritsche (17) Untersuchungen angestellt. Ihm gelang bei Eiern aus industrialisierten Erwerbsgeflügelzuchten der Nachweis von M. avium in 0, 2% der Untersuchungsproben. Bei Landeiern betrug der Prozentsatz 0, 9%. Eier aus nachweislich infizierten Beständen enthielten M. avium zu 3, 55%.

Des weiteren hat Fritsche Versuche durchgeführt, die sich mit der Abtötung von Mykobakterien bei der küchenmäßigen Zubereitung der Eier befaßt. Dabei zeigte sich, daß die Mykobakterien unter Voraussetzungen, die den allgemeinen Verzehrgewohnheiten entsprechen, nicht unschädlich gemacht werden. Eine weitere Ansteckungsmöglichkeit auf alimentärem Wege besteht unter Umständen für den Menschen im Verzehr von Milch, die noch virulente Vertreter von M. avium enthält. Dies gilt auch für Schweine, sofern sie mit Magermilch gefüttert werden. Die Ergebnisse dieser Arbeit berechtigen jedoch zu der Annahme, daß für die Inaktivierung von M. avium während der Milchpasteurisierung die gleichen Voraussetzungen wie für M. bovis gelten. Die Befunde über die Hitzeresistenz von 32 M. avium-Stämmen im Bereich von 71 - 74°C zeigten eine nahezu regelmäßige Abtötung der Keime und in jedem Fall eine deutliche Verminderung der Wachstumsintensität. Somit kann die Möglichkeit, daß pasteurisierte Milch als Ansteckungsquelle für Mensch und Tier in Frage kommt, dann praktisch ausgeschlossen werden, wenn die gebräuchlichen Pasteurisierungsarten ordnungsgemäß durchgeführt werden. Dies ist aber sicher heute in der Regel, dank der modernen Regelgeräte, stets der Fall. Dagegen bleibt der Umstand, daß Rohmilch unter Umständen mit M. avium verunreinigt ist und eine Infektionsquelle darstellen kann, davon selbstverständlich unberührt.

Um die Weiterverbreitung des Erregers der Geflügeltuberkulose einzuschränken, gilt es für die Landwirtschaft die nötigen Konsequenzen zu ziehen. So nützlich Unterbrechungen der Kontakte zwischen Hühnern und anderen Haustieren sind, das Endziel aller Bemühungen sollte doch in der Sanierung infizierter Hühnerbestände gesehen werden.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

1. Um die Hitzeresistenz von Geflügeltuberkelbakterien zu untersuchen, wurden 32 Stämme von M. avium, 2 Stämme von M. bovis und 3 Stämme von M. tuberculosis, suspendiert in Milch und Kirchner-Herrmann-Substrat, Temperaturen von 71° C und 74° C über abgestufte Zeitspannen ausgesetzt.

2. Bis zu folgenden Temperatur-Zeit-Kombinationen wurde bei einzelnen Stämmen noch Überleben festgestellt:

   In Kirchner-Herrmann-Substrat:

   71° C/60 Sek. (2 Stämme von M. avium)
   74° C/60 Sek. (2 Stämme von M. avium)

   In Milch:

   71° C/40 Sek. (5 Stämme von M. avium)
   74° C/40 Sek. (2 Stämme von M. avium)

   In allen Fällen war die Wachstumsintensität deutlich eingeschränkt.

3. Es konnten keine Anzeichen dafür festgestellt werden, daß sich die Thermoresistenz von M. avium wesentlich von der humaner und boviner Stämme unterscheidet.

4. Von den 32 untersuchten aviären Stämmen wies keiner in allen vier Untersuchungsgängen eine überdurchschnittliche Thermoresistenz auf.

VII. LITERATURVERZEICHNIS

1. AYERS, S.H. and W.T. JOHNSON: The bacteriology of commercially pasteurized and raw market milk. Zbl. Bakt. II. Abr. 33, 265 (1960)

2. BANG, O.: Über die Abtötung der Tuberkelbacillen bei Wärme. Z. Tiermed. 6, 81 (1902)

3. BASENAU, F.: Über die Abtötung von Tuberkelbakterien durch Erhitzung. Zbl. Bakt. I Orig. 53, 61 (1910)

4. BINGEL, K.F.: Laboratoriumsverfahren zur Prüfung beliebiger Hitze-Zeit-Kombinationen der Pasteurisierung. Zbl. Bakt. I Orig. 159, 110 (1952)

5. BINGEL, K.F.: Tuberkulosedesinfektion der Milch durch Pasteurisierung unter Bedingungen des Laboratoriumsexperimentes. Zbl. Bakt. I Orig. 159, 427 (1952/53)

6. BLINDOW, H.: Untersuchungen über den Tuberkelbakteriengehalt kurzzeiterhitzter Handelsmilch. Diss. Gießen 1951

7. BONGERT und HOCK: Untersuchungen über die Zuverlässigkeit der Dauerpasteurisation der Milch zwecks Abtötung von Krankheitserregern, die auf Mensch und Tier übertragbar sind. Z. Fleisch-Milchhyg. 36, 394 (1926)
" 37, 5, 20 (1927)

8. DEDIE, K.: Beitrag zur Epizootologie der Listeriose. Arch. exper. Vet.Med. 9, 251 (1955)

9. DEDIE, K.: Berl. Münch. Tierärztl.Wschr. 77, 271 (1964) (Ref.)

10. DELEPINE: Über verschiedene Einwirkungen auf die Virulenz von tuberkulösen Produkten menschlicher und boviner Provenienz. Z. Fleisch-Milchhyg. 28, 195 (1918) (Ref.)

11. EHRLICH, C.: Wie haben sich die in Deutschland zugelassenen Pasteurisierungsverfahren in der Praxis bewährt? Z.Fleisch-Milchhyg. 52, 152 (1942)

12. EICKMANN und SÖNTGEN: Versuche über die Zuverlässigkeit der Daueerhitzung zur Abtötung von Tuberkelbacillen in der Milch. Tierärztl.Rundschau 37, 681 (1927)

13. EIKMEIER, H.: Untersuchungen über den Tuberkelbakteriengehalt hocherhitzter Molkereimilch.
Diss. Gießen 1950

14. FORSCHBACH, G., G. KIELWEIN und K. DEDIE: Kritische Stellungnahme zum Nachweis des Mycobacterium avium in vom Menschen stammendem Untersuchungsmaterial.
Prax. Pneumol. 19, 204 (1965)

15. FORSTER: Über die Abtötung von Tuberkelbakterien durch Erhitzung.
Zbl. Bakt. I Orig. 51, 417 (1909)

16. FORSTER: Beitrag zur Frage der Abtötung von Tuberkelbacillen durch Erhitzung.
Zbl. Bakt. I Orig. 55, 78 (1910)

17. FRITSCHE, K.: Ein Beitrag zur Frage der Kontamination der Hühnereier mit Mycobakterien.
Fleischwirtsch. 46, 53 (1966)

18. FYNN, E.: Etude sur la détermination du bacille de Koch dans le lait et ses dérives.
Zbl. Bakt. I Orig. 62, 424 (1912)

19. GANTZ, H.: Wege zur Verbesserung der Milchentkeimung.
Kieler Milchwirtschaftl. Forsch. Ber. 11, 1 (1959)

20. GRÜLL, F.: Untersuchungen über hitzeresistente Tuberkelbakterienstämme.
Diss. Gießen 1951

21. HARTWICK, H.: Infektionen bei Tieren durch aviäre Mykobakterien.
Prax. Pneumol. 19, 537 (1965)

22. HERZER: Untersuchungen über die Hitzeresistenz von 44 bovinen Tuberkelbakterienstämmen gegen 75 bis 76 Grad Temperatur in Milch.
Lebensmitteltierarzt 1, 152 (1950)

23. HESSE, W.: Über die Abtötung der Tuberkelbacillen in 60° C warmer Milch.
Z. Tiermed. 5, 321 (1901)

24. HUMMEL, P.: Über das Vorkommen von atypischen Mykobakterien bei Hund und Katze.
Zbl. Vet. Med. 13, 51 (1966)

25. de JONG, D.A.: Pasteurisierung der Milch in Ruhe und Abtötung von Tuberkelbacillen.
Zbl. Bakt. I Orig. 48, 670 (1909)

26. KELIS, H.R. und S.A. LEAR: Thermal death curve of Mycobacterium tuberculosis var. bovis in artificially infected milk.
Zbl. Bakt. I, Ref. 180, 300 (1960)

27. KIELWEIN, G.: Versuche zur Selektion von Mycobacterium avium unter dem Einfluß von INH und PAS.
Zbl. Bakt. I Orig. 188, 371 (1963)

28. LAMPE, B.: Die Zuverlässigkeit der Milchpasteurisierung.
Arch. Lebensmittelhyg. 6, 25 (1955)

29. LARMOLA, E.: Über die Hitzeempfindlichkeit der Tuberkelbacillen.
Zbl. Bakt. I Orig. 151, 48 (1944/45)

30. LEBEK, G. und Th. SCHLERETH: Erfahrungen über den Gehalt roher Milch an Tuberkelbakterien und über den Erfolg der Pasteurisierung in einer größeren Molkerei in München.
Milchw. 11, 42 (1956)

31. LEISTNER, W.: Mh. Vet. Med. 13, 117 (1958)

32. MAAS, A. und H. BLUM: Untersuchungen über die Abtötung von Tuberkelbakterien durch die Kurzzeiterhitzung in Sammelmolkereien.
Mh. Vet. Med. 9, 104 (1954)

33. MARSHALL, C.E.: Die Abtötung der Tuberkelbacillen in der Milch.
Z. Fleisch-Milchhyg. 12, 156 (1902)

34. MEISSNER, G.: Das Mycobacterium avium als Krankheitserreger.
Beitr. Klin. Tbk. 132, 37 (1964)

35. MEWES, W.: Über den Wert der Pasteurisation hinsichtlich der Abtötung der in der Milch enthaltenen Tuberkelbazillen.
Diss. Berlin 1914

36. MEYN, A.: Untersuchungen über die Wirkung der Kurzzeiterhitzung an Großleistungserhitzern des Milchhofes Leipzig.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 43, 737 (1935)

37. MEYN, A. und Th. SCHLIESSER: Untersuchungen über das Vorkommen von Mycobakterien in den Darmlymphknoten von Schlachtschweinen.
Mh. Vet. Med. 17, 49 (1962)

38. MOUREAU, M.H., J.BRETEY und D.ROY: Thermo-résistance des mycobactéries tuberculeuses; relation avec le pouvoir pathogéne.
Ann. Inst. Pasteur 99, 421 (1960)

39. MOUREAU, M.H., J.BRETEY und D.ROY: Thermo-résistance des mycobactéries tuberculeuses; relation avec le pouvoir pathogéne.
Ann. Inst. Pasteur 99, 586 (1960)

40. NASSAL, J.: Geflügelgesundheitsdienst und Sektionsergebnisse in Baden von 1949 bis 1955.
Tierärztl. Umsch. 12, 1 (1961)

41. NASSAL, J.: Geflügeltuberkulose und aviär bedingte Neuinfektionen des Rindes in Baden.
Mh. Vet.Med. 16, 121 (1961)

42. NASSAL, J.: Die Tuberkulose des Geflügels und ihre Bedeutung für Mensch und Tier.
Zbl. Vet. Med. 10, 209 (1963)

43. PIENING, C.: Die isolierte Lymphknotentuberkulose und die neuen Ausführungsbestimmungen A. zum Fleischbeschaugesetz.
Arch. Lebensmittelhyg. 13, 201 (1962)

44. POHL und ASCHMONEIT: Über das Vorkommen von Krankheitserregern in erhitzter Milch.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 12, 135 (1940)

45. RAUTMANN, H.: Der praktische Wert der Dauererhitzung der Milch auf 63-65°C für die Tuberkulosebekämpfung.
Z. Fleisch-Milchhyg. 37, 185 (1927)

46. SCHARR und LENZ: Über die Zuverlässigkeit der Dauerpasteurisation in der Abtötung von Tuberkelbazillen in der Milch.
Z. Fleisch-Milchhyg. 37, 202, 218 (1927)

47. SCHLIESSER, Th.: Weitere Typendifferenzierungen bei der isolierten Lymphknotentuberkulose des Schweines.
Arch. Lebensmittelhyg. 15, Heft 11 (1964)

48. SCHLIESSER, Th., H.SCHNEIDAWIND und A.LIEBLER: Zur Frage der bei tuberkulösen Schlachtrindern vorliegenden Erregerarten.
Arch. Lebensmittelhyg. 16, Heft 2 (1965)

49. SCHÖNBERG, F.: Zur Wirksamkeit der Trinkmilchpasteurisierung in der heutigen Molkereipraxis, insbesondere bezüglich der Abtötung von Tuberkelbakterien.
Lebensmitteltierarzt 4, 133 (1953)

50. SEELEMANN, M.: Vergleichende Untersuchungen über die Abtötung von Tuberkelbazillen in der Milch mit Hilfe neuzeitlicher Dauer- und Hocherhitzungsanlagen.
Z. Fleisch-Milchhyg. 36, 118, 129, 146 (1925/26)

51. SEELEMANN, M.: Prüfungen an Hoch- und Kurzzeiterhitzern (Teil I und II)
Kieler Milchwirtschaftl. Forsch. Ber. 2, 285 (1950)
3, 11 (1951)

52. SEELEMANN, SCHULZ, RACKOW und SYDOW: Die Bedeutung der Milcherhitzung für die Abtötung von Tuberkelbakterien bei der Herstellung von Camembertkäse.
Milchwissensch. 9, 72 (1954)

53. van der SLUIS, Y.: Über die Abtötung der Tuberkelbazillen in natürlich infizierter Milch und über die Pasteurisation der Milch.
Diss. Bern 1909

54. SMITH: Über die Abtötung der Tuberkelbazillen durch Hitze.
Z. Fleisch-Milchhyg. 11, 22 (1901) (Ref.)

55. STUR, D.: Über die Thermoresistenz der Tuberkelbakterien. (Vortrag)
Zbl. Bakt. I Ref. 169, 389 (1958)

56. TRAUTMANN, H.: Über die Pasteurisierung von Säuglingsmilch in Flaschen durch Sieden bei niedrigen Temperaturen im luftverdünnten Raum (Verfahren im sog. Hamburger Apparat).
Zbl. Bakt. I Ref. 46, 701

57. WAGENER, K.: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Bekämpfung der Rindertuberkulose.
Milchwissensch. 4, 435 (1949)

58. WESTPHAL, W., H. DICKEL und H. PRANGE: Untersuchungen von Schweinelymphknoten mit tuberkuloseverdächtigen Veränderungen.
Arch. Lebensmittelhyg. 12, 25 (1961)

59. ZELLER, WEDEMANN, LANGE und GILDEMEISTER: Über die sog. niedrige Dauerpasteurisation der Milch mit besonderer Berücksichtigung der Abtötung von Seuchenerregern.
Z. Fleisch-Milchhyg. 38, Sonderheft (1928)

Herrn Professor Dr. A. May danke ich für die Überlassung des Themas dieser Arbeit.

Ebenso spreche ich Herrn Dr. Th. Schliesser für die jederzeit entgegenkommende Unterstützung meinen herzlichsten Dank aus.

L e b e n s l a u f

Am 6.6.1938 wurde ich als Sohn des techn. Angestellten David Finkbeiner und seiner Ehefrau Maria, geb. Günter, in München geboren. Nach dem Besuch der Volksschule trat ich 1949 in die Giesela-Oberrealschule in München ein. An derselben Schule legte ich 1958 die Reifeprüfung ab und immatrikulierte mich anschließend am Pädagogischen Institut der Universität München. Nach einem Semester wechselte ich jedoch zur Tierärztlichen Fakultät und beendete dort das Studium mit der Tierärztlichen Prüfung.

Meine Praktikantenzeit leistete ich vom 1.5.1965 bis 1.11.1965 bei Herrn Dr. Friedrich in Heidenheim/Brenz ab. Anschließend übernahm ich einige Praxisvertretungen und war vom 11.10.1965 bis 1.1.1966 am Schlachthof München als Fleischbeschautierarzt beschäftigt. Seit 1.2.1966 bin ich im Chemotherapeutischen Labor der Farbwerke Höchst in Frankfurt/M.-Höchst tätig. Die vorliegende Arbeit begann ich im November 1964 am Institut für Mikrobiologie und Infektionskrankheiten der Tiere der Universität München.